Université du Maine
UFR Sciences et Techniques

Ecole Supérieure des Beaux Arts du Mans

Mastère Design Sonore

2009 – 2010

Christophe Ayrault
Bertrand Lihoreau
André Almeida

1 Etude de la corde vibrante

But : l'objectif est d'étudier les oscillations libres et les modes propres de la corde vibrante.

1.1 Mode d'emploi

Dans ce TP on utilisera deux bobines (self inductances) avec un noyau en fer doux qui, couplées avec la corde, joueront le rôle de transducteurs électrodynamiques. L'un sera utilisé comme récepteur et l'autre comme excitateur. Ces deux transducteurs seront reliés à un ampli (entrée de l'ampli s'il s'agit du récepteur et sortie de l'ampli s'il s'agit de l'excitateur).

La corde est fixée sur un banc prévu à cet effet. La tension de la corde peut être modifiée à l'aide de poids accrochés à une tige sur laquelle sont dessinées des encoches. Pour maintenir une tension constante, il est préférable de veiller à ce que la tige soit toujours horizontale, ce qui pourra se faire en tournant la vis à l'autre extrémité de la corde.

1.2 Oscillations libres

Placer le détecteur sous la corde et visualiser le signal capté sur un oscilloscope numérique. En oscillations libres, on utilisera le mode "déclenché" (single) de l'oscilloscope.

1.2.1 Etude des signaux pour une longueur donnée (50cm)

Pincer la corde et "chopper" le signal sur l'oscilloscope juste après avoir lâché la corde.

Tracer sur un même graphe une période de signal pour différents points d'attaque et différents points de mesure (attaque au milieu de la corde et à 10cm d'un chevalet ; mesure au milieu de la corde et à 10cm de l'autre chevalet). Avec l'aide de l'enseignant, interpréter les résultats.

1.2.2 Etude de la fréquence des oscillations en fonction de la longueur

En admettant que la fréquence d'oscillation de la corde correspond à un trajet aller et retour de l'onde sur toute la longueur de la corde, donner l'expression de la première fréquence propre en fonction de la célérité des ondes et de la longueur.

Pour une même tension déterminer la célérité des ondes en utilisant la relation précédente pour différentes valeurs de la longueur. Discuter les résultats. La relation précédente est-elle vérifiée ?

1.3 Oscillations forcées

Régler la corde sur une longueur de 50cm.

Mesurer très précisément la fréquence de l'oscillation.

Placer l'excitateur sous la corde (à peu près au quart de sa longueur) et lui envoyer un signal sinusoïdal dont la fréquence est la fréquence d'oscillation libre de la corde. Augmenter l'amplitude du signal jusqu'à ce qu'une oscillation apparaisse. En même temps varier très légèrement la fréquence en cherchant à obtenir une amplitude d'oscillation maximale sur la fréquence fondamentale. Noter la fréquence obtenue. **Avec le stroboscope observer les oscillations de la corde.**

Exciter maintenant la corde avec un signal de fréquence double et comme auparavant varier très légèrement la fréquence en cherchant à obtenir une amplitude d'oscillation maximale. Noter la fréquence obtenue et comparer avec la précédente. Discuter le résultat.

Avec le stroboscope observer les oscillations de la corde. TP acoustique physique n°

2 Réflexion et transmission des ondes

Le but de ce TP est d'étudier la propagation d'ondes impulsionnelles dans un tuyau avec discontinuité de section. Pour cela on génèrera des impulsions avec le générateur HP33120A d'une durée suffisamment courte pour que les ondes incidentes et réfléchies ne se recouvrent pas au niveau des microphones (utiliser des "tones-burst" d'une période de fréquence comprise entre 1 et 3 kHz). On utilisera l'oscilloscope numérique en mode déclenché, le déclenchement se faisant sur le microphone placé près du haut-parleur.

2.1 Travail préalable

Mesurer précisément les dimensions des tuyaux et la position exacte des trous prévus pour loger les microphones.

A l'aide de la source étalon déterminer la sensibilité des deux microphones qui seront utilisés par la suite.

2.2 Première partie

prendre le tuyau de petit diamètre couplé au haut-parleur. Placer les micros dans les logements prévus à cet effet.

Avec l'oscilloscope numérique faire l'acquisition des impulsions sur les micros 1 placé près du haut-parleur et 2 placé près (mais pas trop) de l'extrémité ouverte du tube. Mesurer le plus précisément possible les retards entre les différentes impulsions et en déduire la vitesse de propagation dans le tube. Evaluer l'incertitude sur cette mesure.

Sur le micro 2 on doit pouvoir observer 2 impulsions. Mesurer l'amplitude de ces impulsions et en déduire la valeur du coefficient de réflexion. Renouveler l'opération en obturant le tube avec une paroi rigide.

2.3 Deuxième partie

Fixer le tube de grand diamètre sur le premier tube. Placer un microphone de chaque côté de la discontinuité (ne pas oublier de boucher les trous inutilisés avec de la pâte à modeler).

Avec l'oscilloscope numérique faire l'acquisition des impulsions sur les micros 1 et 2. Mesurer le plus précisément possible l'amplitude des différents signaux. En déduire les coefficients de réflexion et de transmission en pression au niveau de la discontinuité.

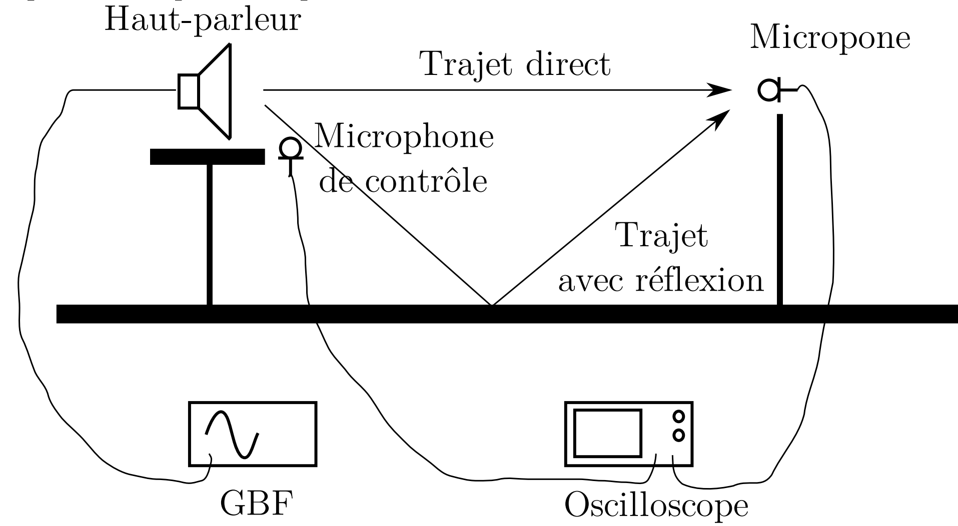
3 Réflexion sur une paroi et interférences

3.1 But

Faire le lien entre différence de marche et interférences

3.2 Manipulation

Un haut-parleur est placé sur un tabouret. A une distance de l'ordre du mètre et à la même hauteur on place un microphone. Les ondes générées par le haut-parleur se propagent vers le microphone suivant deux trajets possibles : le trajet direct et le trajet avec réflexion sur le sol. Un microphone de contrôle situé au voisinage du haut parleur complète le dispositif expérimental.



3.3 Etude en régime impulsionnel

Mettre les différents éléments de la manipulation en place dans un espace le plus anéchoïque possible.

Mesurer précisément la distance entre la source et le microphone ainsi que la hauteur des deux éléments.

Calculer la différence entre les trajets direct et réfléchis (différence de marche).

Envoyer un signal de type “burst” (impulsion) sur le haut-parleur. On choisira une impulsion constituée d'une seule période de sinus et une fréquence de répétition de l'ordre du Hertz et on utilisera l'oscilloscope numérique en mode déclenché (single). On choisira également une fréquence suffisamment élevée pour que l'on puisse distinguer clairement les impulsions résultant des deux trajets.

Mesurer les temps de propagation entre haut-parleur (ou mieux, le microphone de contrôle) et l'autre microphone pour les deux trajets. Comparer avec les valeurs théoriques.

Incliner le haut-parleur vers le sol en visant approximativement le point à mi-distance du haut-parleur et du microphone et répéter la mesure. Interpréter les changements visualisés sur l'oscilloscope.

Incliner cette fois-ci le haut-parleur vers le sol de sorte à avoir la même amplitude pour les ondes directes et réfléchies. Calculer le rapport des amplitudes des impulsions résultant des deux trajets.

Placer une plaque de mousse sur le sol et répéter l'expérience avec le haut-parleur incliné comme précédemment.

3.4 Etude en régime sinusoïdal

Enlever la plaque de mousse sur le sol mais garder l'expérience strictement dans la même configuration géométrique avec le haut-parleur incliné (mêmes amplitudes des ondes directe et réfléchie). Alimenter le haut-parleur avec un sinus pur.

Demander à l'encadrant de visualiser à l'analyseur la densité spectrale de puissance du microphone 2 et choisir la bande fréquentielle adéquate à l'étude ci-dessous (entre 2 et 4 kHz en général).

En faisant varier la fréquence dans cette bande, rechercher à l'oscilloscope les fréquences pour lesquelles l'amplitude est maximale ainsi que celles pour lesquelles elle est minimale.

En utilisant un raisonnement en terme d'ondes progressives pures déphasées, expliquer comment ces fréquences sont corrélées avec la différence de marche.

4 Mesure de la réponse d'un système acoustique

4.1 But

Observer l'effet du filtrage sur un signal sonore, et sur sa composition fréquentielle

4.2 Introduction

Un filtre acoustique est un système qui atténue préférentiellement certaines fréquences et en laisse passer d'autres.

Le son qui lui est appliqué à l'entrée est transformé en un son de sortie dont la composition par fréquence correspond à celle initiale multipliée (filtrée) par une courbe de réponse fréquentielle. Nous allons mesurer cette courbe.

4.3 Travail préliminaire

Le système à étudier est un pot d'échappement de camion, un système qui permet d'atténuer le bruit produit par un moteur à explosion.

Placer le pot d'echappement face au haut parleur

Brancher le haut-parleur sur l'amplificateur

Utiliser un microphone Panasonic pour mesurer le son proche ou à l'entrée du pot d'échappement. Ce microphone sera branché à une des entrées pré-amplificateur situés derrière l'amplificateur.

Le deuxième microphone est placé à la sortie du pot d'échappement. La sortie devra être comblée de mousse isolante acoustique de façon à empêcher le son directe provennant du HP.

4.4 Observation du signal temporel

Brancher l'entrée de l'amplificateur sur un Générateur de Basses Fréquences. Choisir une onde carrée en mode "burst" avec un temps de répétition de quelques centaines de ms. Augmenter la fréquence jusqu'à 1kHz (ceci réduit la durée du crénau).

Avec un connecteur en "T", observer simultanément la sortie du GBF sur un canal de l'oscilloscope.

Sur l'autre canal observer le son mesuré par le microphone placé à la sortie du pot d'échappement

4.5 Effet sur une onde sinusoïdale

Régler maintenant le GBF en mode normale (éteindre le mode "burst") et en onde sinusoïdale.

Observer simultanément le son d'entrée et celui de sortie sur l'oscilloscope. Celui d'entrée ne devrait pas varier d'amplitude. Que se passe-t-il avec celui de sortie lorsque la fréquence est variée ?

4.6 Mesure de la courbe de réponse fréquentielle

Pour la mesure de réponse nous utiliserons un analyseur de spectre. Il peut simultanément générer et enregistrer un signal. Nous l'utiliserons pour générer un signal possédant de l'énergie distribuée dans toutes les fréquences à mesurer.

L'analyseur enregistre et calcule la "Transformé de Fourier" des deux signaux, ce qui permet de les comparer et donc mesurer pour chaque fréquence le rapport entre l'énergie à la sortie et celui à l'entrée.